

明 細 書

光記録媒体及びその製造方法、並びに、
光記録媒体に対するデータ記録方法及びデータ再生方法

5

<技術分野>

本発明は光記録媒体及びその製造方法に関し、特に、ガスの発生により記録
マークが形成されるタイプの光記録媒体及びその製造方法に関する。また、本発明
は、光記録媒体に対するデータ記録方法及びデータ再生方法に関し、ガスの発生に
10 より記録マークが形成されるタイプの光記録媒体に対するデータ記録方法及びデー
タ再生方法に関する。

<背景技術>

近年、大容量のデジタルデータを記録するための記録媒体として、CD (
15 Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disc) に代表される光記録媒
体が広く用いられている。

CDのうち、データの追記や書き換えができないタイプ (CD-ROM) の
ものは、厚さ約1.2mmの光透過性基板上に反射層と保護層が積層された構造を
有しており、波長約780nmのレーザビームを光透過性基板側から反射層に照射
20 することによってデータの再生を行うことができる。一方、CDのうち、データの
追記が可能なタイプ (CD-R) やデータの書き換えが可能なタイプ (CD-RW
) のものは、光透過性基板と反射層との間に記録層が追加された構造を有しており、
波長約780nmのレーザビームを光透過性基板側から記録層に照射することによ
ってデータの記録及び再生を行うことができる。

25

CDでは、レーザビームの集束に開口数が約0.45の対物レンズが用いら
れ、これにより反射層又は記録層上におけるレーザビームのビームスポット径は約
1.6 μ mまで絞られる。これにより、CDでは約700MBの記録容量と、基準
線速度 (約1.2m/sec) において約1Mbpsのデータ転送レートが実現さ

れている。

また、DVDのうち、データの追記や書き換えができないタイプ（DVD-ROM）のものは、厚さ約0.6mmの光透過性基板上に反射層及び保護層が積層された積層体と、厚さ約0.6mmのダミー基板とが接着層を介して貼り合わされた構造を有しており、波長約635nmのレーザービームを光透過性基板側から反射層に照射することによってデータの再生を行うことができる。一方、DVDのうち、データの追記が可能なタイプ（DVD-R等）やデータの書き換えが可能なタイプ（DVD-RW等）のものは、光透過性基板と反射層との間に記録層が追加された構造を有しており、波長約635nmのレーザービームを光透過性基板側から記録層に照射することによってデータの記録及び再生を行うことができる。

DVDでは、レーザービームの集束に開口数が約0.6の対物レンズが用いられ、これにより反射層又は記録層上におけるレーザービームのビームスポット径は約0.93μmまで絞られる。このように、DVDに対する記録及び再生においては、CDよりも波長の短いレーザービームが用いられるとともに、開口数が大きい対物レンズが用いられていることから、CDに比べてより小さいビームスポット径が実現されている。これにより、DVDでは、約4.7GB/面の記録容量と、基準線速度（約3.5m/sec）において約11Mbpsのデータ転送レートが実現されている。

近年、DVDを超えるデータの記録容量を有し、且つ、DVDを越えるデータ転送レートを実現可能な光記録媒体が提案されている。このような次世代型の光記録媒体においては、大容量・高データ転送レートを実現するため、波長約405nmのレーザービームが用いられるとともに、開口数が約0.85の対物レンズが用いられる。これによりレーザービームのビームスポット径は約0.43μmまで絞られ、約25GB/面の記録容量と、基準線速度（約4.9m/sec）において約36Mbpsのデータ転送レートを実現することができる。

このように、次世代型の光記録媒体では開口数が非常に高い対物レンズが用いられることから、チルトマージンを十分に確保するとともにコマ収差の発生を抑えるため、レーザービームの光路となる光透過層の厚さが約100μmと非常に薄く

設定される。このため、次世代型の光記録媒体においては、CDやDVD等、現行型の光記録媒体のように光透過性基板上に記録層等の各種機能層を形成することは困難であり、支持基板上に反射層や記録層を成膜した後、この上にスピコート法等により薄い樹脂層を形成しこれを光透過層として用いる方法が検討されている。

5 つまり、次世代型の光記録媒体の作製においては、光入射面側から順次成膜が行われる現行の光記録媒体とは異なり、光入射面とは反対側から順次成膜が行われることになる。

以上説明したとおり、光記録媒体の大容量化と高データ転送レート化は、主としてレーザビームのビームスポット径の縮小によって達成されている。したがって、これ以上の大容量化と高データ転送レート化を達成するためにはビームスポット径をさらに縮小する必要がある。しかしながら、レーザビームの波長をこれ以上短くすると光透過層におけるレーザビームの吸収が急激に増大したり、光透過層の経年劣化が大きくなることからこれ以上の短波長化は困難であり、また、レンズ設計の困難性やチルトマージンの確保等を考慮すれば、対物レンズの開口数をこれ以上高めることもまた困難である。つまり、レーザビームのビームスポット径をこれ以上縮小することは非常に困難であるといえる。

このような事情から、大容量化と高データ転送レート化を達成する別の試みとして、近年、超解像型の光記録媒体が提案されている。超解像型の光記録媒体とは、再生限界を超える微小な記録マークの形成及びこのような記録マークからのデータ再生が可能な光記録媒体を指し、このような光記録媒体を用いれば、ビームスポット径を縮小することなく大容量化と高データ転送レート化を実現することが可能となる。

より具体的に説明すると、レーザビームの波長を λ 、対物レンズの開口数をNAとした場合、回折限界 d_1 は

25
$$d_1 = \lambda / 2 NA$$

で与えられる。したがって、CDやDVDのようにデータが記録マーク及びブランク領域の長さ、すなわちエッジ間の距離によって表現されるタイプの光記録媒体では、単一信号の再生限界 d_2 は、

$$d_2 = \lambda / 4NA$$

で与えられる。つまり、超解像型ではない通常の光記録媒体においては、最短記録マークや最短ブランク領域の長さが再生限界未満であると記録マークとブランク領域の判別ができなくなってしまう。これに対し、超解像型の光記録媒体では、長さ
5 が再生限界未満である記録マークやブランク領域を利用することができるので、ビームスポット径を縮小することなく大容量化と高データ転送レート化を実現することが可能となるのである。

超解像型の光記録媒体としては、従来より「散乱型スーパーレンズ(Super
RENS)」(Super Resolution Near-field Structure)と呼ばれる超解像型の
10 光記録媒体が提案されている(非特許文献1参照)。この光記録媒体には、相変化材料層と金属酸化物からなる再生層が用いられ、レーザビームを照射するとビームスポット中心の高エネルギー部分において再生層を構成する金属酸化物が分解し、これにより生じる金属微粒子によってレーザビームが散乱し接場光が発生するもの
15 と考えられている。その結果、相変化材料層には局所的に近接場光が照射されることになるので、その相変化を利用して超解像記録及び超解像再生を行うことが可能になると説明されている。そして、レーザビームが遠ざかると、再生層の分解により生じた金属と酸素が再び結合して元の金属酸化物に戻るため、繰り返しの書き換えが可能であるとされている。

しかしながら、本発明者らの研究によれば、「散乱型スーパーレンズ」と呼ば
20 れる超解像型の光記録媒体では、相変化材料層の相変化が信号となって現れることはほとんどなく、しかも再生層の分解は不可逆的であることが明らかとなった。つまり、「散乱型スーパーレンズ」と呼ばれる超解像型の光記録媒体は、可逆的な記録マークを相変化材料層に形成可能な書き換え型の光記録媒体としてではなく、不可逆的な記録マークを再生層(貴金属酸化物層)に形成可能な追記型の光記録媒体と
25 して実現可能であることが明らかとなった(非特許文献2参照)。

ここで、再生限界未満の微小な記録マークを貴金属酸化物層に形成することが可能である理由は、ビームスポット中心の高エネルギー部分において貴金属酸化物層が局所的に分解し、生じる気泡によって当該領域が塑性変形するためである。

塑性変形した部分は記録マークとして用いられ、塑性変形していない部分はブランク領域として用いられる。一方、このようにして形成された微小な記録マークからデータ再生が可能である理由は現在のところ明らかとなっていない。

[非特許文献1] "A near-field recording and readout
5 technology using a metallic probe in an optical disk", Jap. J. Appl. Phys., 日本応用物理学会編, 2000年, Volume 39, p.980-981

[非特許文献2] "Rigid bubble pit formation and huge signal
enhancement in super-resolution near-field structure disk with
platinum-oxide layer", Applied Physics Letters, American
10 Institute of Physics, December 16, 2002, Volume 81, Number 25, p.4697-4699

このように、現在提案されている超解像型の光記録媒体では、貴金属酸化物層の分解により生じる酸素ガス (O_2) によって当該領域を局所的に塑性変形させ、これを記録マークとして利用している。したがって、発生させるガスとしては化学
15 的により安定であることが望ましいと考えられ、この点は、超解像型の光記録媒体ではない光記録媒体についても同様に当てはまる。

他方、光記録媒体に超解像技術を応用するのは、いっそうの大容量化と高データ転送レート化を達成することが目的であることから、より波長の短いレーザービーム及びより開口数の大きい対物レンズを用いてデータの記録や再生を行うことが
20 望ましいと考えられる。

<発明の開示>

したがって、本発明の目的は、化学的に安定なガスの発生により記録マークを形成することが可能な光記録媒体、特に、超解像型の光記録媒体及びその製造方法を提供することである。
25

また、本発明の他の目的は、化学的に安定なガスの発生により記録マークが形成されるタイプの光記録媒体に対し、より波長の短いレーザービーム及びより開口数の大きい対物レンズを用いてデータを記録する方法及びデータを再生する方法を提供することである。

本発明による光記録媒体は、基板と、前記基板上に設けられた貴金属窒化物層とを備えることを特徴とする。本発明による光記録媒体では、光入射面側からレーザービームを照射することにより、貴金属窒化物層を局所的に分解させ、生じる気泡によって記録マークを形成することが可能となる。この場合、記録マークとなる気泡に充填されるガスは化学的に安定な窒素ガス (N_2) であることから、これが他の層を酸化あるいは腐食させる可能性は非常に少なく、高い保存信頼性を得ることが可能となる。

ここで、貴金属窒化物層から見て光入射面側に設けられた第1の誘電体層と、貴金属窒化物層から見て光入射面とは反対側に設けられた第2の誘電体層とをさらに備えることが好ましい。このようにして、貴金属窒化物層を第1及び第2の誘電体層によって挟持すれば、貴金属窒化物層の分解により生じる窒素ガス (N_2) を長期間に亘って安定的に封入することができるので、より高い保存信頼性を得ることが可能となる。

ここで、第2の誘電体層から見て光入射面とは反対側に、第2の誘電体層から見てこの順に配置された光吸収層及び第3の誘電体層をさらに備えることが好ましい。このような構造とすれば、記録時に照射されるレーザービームのエネルギーが効率よく熱に変換されることから、良好な記録特性を得ることが可能となる。

また、第3の誘電体層から見て光入射面とは反対側に設けられた反射層をさらに備えることが好ましい。このような反射層を設ければ、再生信号のレベルが高められるとともに再生耐久性が大幅に向上する。ここで「再生耐久性」とは、再生劣化現象、つまり、再生時に照射されるレーザービームのエネルギーによって貴金属窒化物層の状態が変化し、これによりノイズの増加やキャリアの減少が生じてCNRが低下する現象に対する耐性をいう。反射層の厚さとしては、5 nm以上、200 nm以下であることが好ましく、10 nm以上、150 nm以下であることがより好ましい。反射層の厚さをこのように設定することにより、生産性を大きく低下させることなく、十分な再生耐久性向上効果を得ることが可能となる。

また、貴金属窒化物層には窒化白金 (PtN_x) が含まれていることが好ましい。この場合、貴金属窒化物層の実質的に全てが窒化白金 (PtN_x) により構

成されていることが最も好ましいが、他の材料や不可避免的に混入する不純物が含まれていても構わない。貴金属窒化物層の材料として窒化白金 (PtN_x) を用いれば、良好な信号特性及び十分な耐久性を得ることが可能となる。

また、第1の誘電体層から見て基板とは反対側に設けられ、前記光入射面を
5 有する光透過層をさらに備えることが好ましい。この場合、基板の厚さが0.6 mm以上、2.0 mm以下であり、光透過層の厚さが10 μm 以上、200 μm 以下であり、貴金属窒化物層の厚さが2 nm以上、75 nm以下であり、第2の誘電体層の厚さが5 nm以上、100 nm以下であり、光吸収層の厚さが5 nm以上、100 nm以下であり、第3の誘電体層の厚さが10 nm以上、140 nm以下である
10 ことが好ましい。これによれば、波長 (λ) が約635 nm未満のレーザビーム及び開口数 (NA) が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640 nm以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約405 nmのレーザビーム及び開口数が約0.85の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な
15 特性を得ることが可能となる。

本発明による光記録媒体の製造方法は、支持基板上に、反射層、第3の誘電体層、光吸収層、第2の誘電体層、貴金属窒化物層及び第1の誘電体層をこの順に形成する第1の工程と、前記第1の誘電体層上に光透過層を形成する第2の工程とを備えることを特徴とする。本発明によれば、波長が約635 nm未満のレーザビ
20 ーム及び開口数が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640 nm以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことが可能な光記録媒体を製造することが可能となる。しかも、このようにして製造された光記録媒体では、化学的に安定な窒素ガス (N_2) による気泡が記録マークとなることから、高い保存信頼性を得ることが可能となる。前記第1の工程は気相成長法により行い、前記第
25 2の工程はスピコート法により行うことが好ましい。

本発明によるデータ記録方法は、上述した光記録媒体に対し、前記光入射面側からレーザビームを照射することによってデータを記録するデータ記録方法であって、前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レン

ズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列を記録することを特徴とする。また、本発明によるデータ再生方法は、上述した光記録媒体に対し、前記光入射面側からレーザビームを照射することによってデータを再生するデータ再生方法であって、
5 前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レンズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列からのデータ再生を行うことを特徴とする。いずれの場合も、レーザビームの波長を約405nmに設定し、対物レンズの開口数を約0.85に設定することが最も好ましく、これによれば、次世代型の光記録
10 媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。

このように、本発明による光記録媒体は、基板上に設けられた貴金属窒化物層を備え、その分解により生じる気泡を記録マークとして利用していることから、記録マークとなる気泡に充填されるガスは化学的に安定な窒素ガス(N_2)となる。
15 したがって、気泡に充填された窒素ガス(N_2)が基板等の他の層を酸化あるいは腐食させる可能性が非常に少なく、これにより高い保存信頼性を得ることが可能となる。

しかも、本発明による光記録媒体は、波長が約635nm未満のレーザビーム及び開口数が約0.6超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を640nm
20 m以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約405nmのレーザビーム及び開口数が約0.85の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造
25 コストを抑制することが可能となる。

<図面の簡単な説明>

図1(a)は、本発明の好ましい実施形態による光記録媒体10の外観を示す

切り欠き斜視図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示す A 部を拡大した部分断面図である。

図 2 は、光記録媒体 1 0 に対してレーザービーム 4 0 を照射した状態を模式的に示す図である。

5 図 3 は (a) は貴金属窒化物層 2 3 上におけるレーザービーム 4 0 のビームスポットを示す平面図であり、図 3 (b) はその強度分布を示す図である。

図 4 は、気泡 2 3 a (記録マーク) のサイズを説明するための図である。

図 5 は、記録時におけるレーザービーム 4 0 の強度変調パターンの一例を示す波形図である。

10 図 6 は、記録時におけるレーザービーム 4 0 の強度変調パターンの他の例を示す波形図である。

図 7 は、レーザービーム 4 0 の記録パワーとその後の再生により得られる再生信号の CNR との関係を示すグラフである。

15 図 8 は、レーザービーム 4 0 の再生パワーと CNR との関係を示すグラフである。

図 9 は、特性の評価 1 における測定結果を示すグラフである。

図 1 0 は、特性の評価 2 における測定結果を示すグラフである。

図 1 1 は、特性の評価 3 における測定結果を示すグラフである。

20 <発明を実施するための最良の形態>

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

25 図 1 (a) は、本発明の好ましい実施形態による光記録媒体 1 0 の外観を示す切り欠き斜視図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示す A 部を拡大した部分断面図である。

図 1 (a) に示すように、本実施形態による光記録媒体 1 0 は円盤状であり、図 1 (b) に示すように、支持基板 1 1 と、光透過層 1 2 と、支持基板 1 1 と光透過層 1 2 との間にこの順に設けられた反射層 2 1、光吸収層 2 2 及び貴金属窒化物層

23と、反射層21と光吸収層22との間、光吸収層22と貴金属窒化物層23との間及び貴金属窒化物層23と光透過層12との間にそれぞれ設けられた誘電体層33、32及び31とを備えて構成されている。データの記録及び再生は、光記録媒体10を回転させながらレーザービーム40を光入射面12a側から照射すること
5 によって行うことができる。レーザービーム40の波長は、635nm未満に設定することが可能であり、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる405nm程度の波長に設定することが最も好ましい。また、レーザービーム40を集束するための対物レンズの開口数としては0.6超に設定することが可能であり、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる0.85程度の開口数に設定することが可能である。
10

支持基板11は、光記録媒体10に求められる機械的強度を確保するために用いられる円盤状の基板であり、その一方の面には、その中心部近傍から外縁部に向けて又は外縁部から中心部近傍に向けて、レーザービーム40をガイドするためのグループ11a及びランド11bが螺旋状に形成されている。支持基板11の材料
15 や厚さは、機械的強度の確保が可能である限り特に限定されない。例えば支持基板11の材料としては、ガラス、セラミックス、樹脂等を用いることができ、成形の容易性を考慮すれば樹脂を用いることが好ましい。このような樹脂としてはポリカーボネート樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコン樹脂、フッ素系樹脂、ABS樹脂、ウレタン樹脂等が挙げられる。中でも、加工性などの点からポリカーボネート樹脂やオレフィン樹脂を用いることが特に好ましい。但し、支持基板11は
20 レーザービーム40の光路とはならないことから、当該波長領域における光透過性の高い材料を選択する必要はない。

一方、支持基板11の厚さについては、機械的強度の確保に必要且つ十分である厚さ、例えば、0.6mm以上、2.0mm以下に設定することが好ましく、
25 現行の光記録媒体や次世代型の光記録媒体との互換性を考慮すれば、1.0mm以上、1.2mm以下、特に、1.1mm程度に設定することが好ましい。支持基板11の直径についても特に限定されないが、現行の光記録媒体や次世代型の光記録

媒体との互換性を考慮すれば、120mm程度に設定することが好ましい。

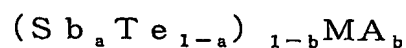
光透過層12は、記録時及び再生時に照射されるレーザビーム40の光路となる層である。その材料としては、使用されるレーザビーム40の波長領域において光透過率が十分に高い材料である限り特に限定されず、例えば光透過性樹脂等を用いることができる。本実施形態による光記録媒体10では、光透過層12の厚さは10 μ m以上、200 μ m以下に設定される。これは、光透過層12の厚さが10 μ m未満であると光入射面12a上におけるビーム径が非常に小さくなることから、光入射面12aの傷やゴミが記録や再生に与える影響が大きくなりすぎるためであり、200 μ m超であるとチルトマージンの確保やコマ収差の抑制が困難となるからである。また、次世代型の光記録媒体との互換性を考慮すれば、50 μ m以上、150 μ m以下に設定することが好ましく、70 μ m以上、120 μ m以下に設定することが特に好ましい。

反射層21は、再生信号のレベルを高めるとともに再生耐久性を向上させる役割を果たす層である。反射層21の材料としては、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、ゲルマニウム(Ge)等の単体の金属又は合金を用いることができる。反射層21の厚さは特に限定されないが、5nm以上、200nm以下に設定することが好ましく、10nm以上、150nm以下に設定することがより好ましい。これは、反射層21の厚さが5nm未満であると再生耐久性を向上させる効果が十分に得られないからであり、また、反射層21の厚さが200nmを超えると成膜に時間がかかり生産性が低下する一方で、これ以上の再生耐久性向上効果がほとんど得られないからである。これに対し、反射層21の厚さを10nm以上、150nm以下に設定すれば、生産性を大きく低下させることなく、十分な再生耐久性向上効果を得ることが可能となる。尚、本発明において、光記録媒体に反射層21を設けることは必須でないが、これを設けることにより上記の効果を得ることが可能となる。

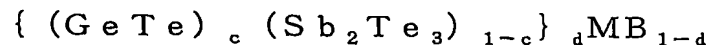
光吸収層22は、主として、レーザビーム40のエネルギーを吸収しこれを

熱に変換する役割を果たし、その材料としては、使用するレーザビーム40の波長領域における吸収が大きく、且つ、記録時において貴金属窒化物層23の変形を妨げないよう比較的硬度の低い材料を用いることが好ましい。波長が635nm未満のレーザビーム40についてこのような条件を満たす材料としては、書き換え型の光記録媒体において記録層の材料として用いられる相変化材料が挙げられる。相変化材料としては、アンチモン(Sb)、テルル(Te)及びゲルマニウム(Ge)の合金又はこれに添加物が加えられた材料を用いることが好ましい。

具体的には、光吸収層22を構成する相変化材料の原子比を



又は、



(但し、MAはアンチモン(Sb)及びテルル(Te)除く元素であり、MBはアンチモン(Sb)、テルル(Te)及びゲルマニウム(Ge)を除く元素である)で表したとき、

$$0 \leq a \leq 1、\text{且つ} \quad 0 \leq b \leq 0.25$$

又は、

$$1/3 \leq c \leq 2/3、\text{且つ} \quad 0.9 \leq d$$

に設定することが好ましい。

特に、bの値が0.25を超えると光の吸収係数が光吸収層22に要求される値よりも低くなるおそれがあり、また、熱伝導性が光吸収層22に要求される値よりも低くなるおそれがあるため、好ましくない。

元素MAの種類は特に限定されないが、ゲルマニウム(Ge)、インジウム(In)、銀(Ag)、金(Au)、ビスマス(Bi)、セレン(Se)、アルミニウム(Al)、リン(P)、水素(H)、シリコン(Si)、炭素(C)、バナジウム(V)、タングステン(W)、タンタル(Ta)、亜鉛(Zn)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、錫(Sn)、パラジウム(Pd)、鉛(Pb)、窒素(N)、酸素(O)及び希土類元素(スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)及びランタノイド)からなる群より選ばれた1又は2以上の元素を選択することが

好ましい。特に、波長が390nm～420nmのレーザビームを用いる場合には、元素MAとして銀(Ag), ゲルマニウム(Ge), インジウム(In)及び希土類元素からなる群より1又は2以上の元素を選択することが好ましい。これにより、波長が390nm～420nmのレーザビーム、特に405nm程度のレーザビームを用いた場合において良好な信号特性を得ることが可能となる。

元素MBの種類についても特に限定されないが、インジウム(In), 銀(Ag), 金(Au), ビスマス(Bi), セレン(Se), アルミニウム(Al), リン(P), 水素(H), シリコン(Si), 炭素(C), バナジウム(V), タングステン(W), タンタル(Ta), 亜鉛(Zn), マンガン(Mn), チタン(Ti), 錫(Sn), パラジウム(Pd), 鉛(Pb), 窒素(N), 酸素(O)及び希土類元素(スカンジウム(Sc)、イットリウム(Y)及びランタノイド)からなる群より選ばれた1又は2以上の元素を選択することが好ましい。特に、波長が390nm～420nmのレーザビームを用いる場合には、元素MBとして銀(Ag), インジウム(In)及び希土類元素からなる群より1又は2以上の元素を選択することが好ましい。これにより、波長が390nm～420nmのレーザビーム、特に405nm程度のレーザビームを用いた場合において良好な信号特性を得ることが可能となる。

但し、光吸収層22の材料として相変化材料を用いた場合であっても、記録による相変化が信号となって現れることはほとんどない。光吸収層22の材料として相変化材料を用いることが必須でないのはこのためである。しかしながら、現在のところ光吸収層22の材料として相変化材料、特に上述した組成を有する相変化材料を用いた場合に最も良い信号特性が得られることが発明者により確認されている。

光吸収層22の厚さとしては、その材料として相変化材料を用いた場合、5nm以上、100nm以下に設定することが好ましく、10nm以上、80nm以下に設定することがより好ましく、10nm以上、60nm以下に設定することが特に好ましい。これは、光吸収層22の厚さが5nm未満であるとレーザビームのエネルギーを十分に吸収することができないおそれがあるからであり、100nm

を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、光吸収層 22 の厚さを 10 nm 以上、80 nm 以下、特に 10 nm 以上、60 nm 以下に設定すれば、高い生産性を確保しつつレーザビーム 40 のエネルギーを十分に吸収することが可能となる。

5 尚、本発明において、光記録媒体に光吸収層 22 を設けることは必須でないが、上述の通り、これを設けることによってレーザビーム 40 のエネルギーを効率よく熱に変換することが可能となる。

 貴金属窒化物層 23 は、レーザビーム 40 の照射により記録マークが形成される層であり、貴金属の窒化物を主成分とする。貴金属の種類としては特に限定されないが、白金 (Pt)、銀 (Ag) 及びパラジウム (Pd) の少なくとも 1 種が好ましく、白金 (Pt) が特に好ましい。つまり、貴金属窒化物層 23 の材料としては、窒化白金 (PtN_x) を選択することが特に好ましい。貴金属窒化物層 23 の材料として窒化白金 (PtN_x) を用いれば、良好な信号特性及び十分な耐久性を得ることが可能となる。貴金属窒化物層 23 の材料として窒化白金 (PtN_x)
10 用いる場合、x の値としては、使用するレーザビーム 40 の波長領域において消衰係数 (k) が 3 未満 (k < 3) となるように設定することが好ましい。

 貴金属窒化物層 23 の厚さは信号特性に大きな影響を与える。良好な信号特性を得るためには、その厚さを 2 nm 以上、75 nm 以下に設定することが好ましく、2 nm 以上、50 nm 以下に設定することがより好ましい。特に、回折限界以下
20 の信号について良好な信号特性を得るためには、その厚さを 2 nm 以上、15 nm 以下に設定することが好ましい。貴金属窒化物層 23 の厚さが 2 nm 未満又は 75 nm 超であると、レーザビーム 40 を照射しても良好な形状を持った記録マークが形成されず、十分なキャリア／ノイズ比 (CNR) が得られないおそれがあるからである。これに対し、貴金属窒化物層 23 の厚さを 2 nm 以上、15 nm 以下に
25 設定すれば、回折限界以上の信号のみならず、回折限界以下の信号についても良好な CNR を得ることができる。

 誘電体層 31、32 及び 33 は、主として、これらに隣接する各層を物理的及び化学的に保護するとともに、光学特性を調整する役割を果たす。本明細書及び

特許請求の範囲においては、誘電体層 31、32 及び 33 をそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 の誘電体層と呼ぶことがある。誘電体層 31、32 及び 33 の材料としては、酸化物、硫化物、窒化物又はこれらの組み合わせを主成分として用いることができる。具体的には、 Al_2O_3 、 AlN 、 ZnO 、 ZnS 、 GeN 、 $GeCrN$ 、 CeO_2 、 SiO 、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 SiC 、 La_2O_3 、 TaO 、 TiO_2 、 $SiAlON$ (SiO_2 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 及び AlN の混合物) 及び $LaSiON$ (La_2O_3 、 SiO_2 及び Si_3N_4 の混合物) 等、アルミニウム (Al)、シリコン (Si)、セリウム (Ce)、チタン (Ti)、亜鉛 (Zn)、タンタル (Ta) 等の酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いることが好ましく、特に、 ZnS と SiO_2 との混合物を用いることがより好ましい。この場合、 ZnS の割合を 70 モル%以上、90 モル%以下に設定し、 SiO_2 の割合を 10 モル%以上、30 モル%以下に設定することが好ましく、 ZnS と SiO_2 のモル比を 80 : 20 程度に設定することが最も好ましい。

誘電体層 31、32 及び 33 は、互いに同じ材料で構成されてもよいし、その一部又は全部が異なる材料で構成されてもよい。さらに、誘電体層 31、32 及び 33 の少なくとも一つが複数層からなる多層構造であっても構わない。

誘電体層 33 の厚さは、10 nm 以上、140 nm 以下に設定することが好ましく、20 nm 以上、120 nm 以下に設定することがより好ましい。これは、誘電体層 33 の厚さが 10 nm 未満であると光吸収層 22 を十分に保護できないおそれがあるからであり、誘電体層 33 の厚さが 140 nm を超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、誘電体層 33 の厚さを 20 nm 以上、120 nm 以下に設定すれば、高い生産性を確保しつつ光吸収層 22 を効果的に保護することが可能となる。但し、光記録媒体に光吸収層 22 を設けない場合には、誘電体層 33 を省略することが可能である。

誘電体層 32 の厚さは、5 nm 以上、100 nm 以下に設定することが好ましく、20 nm 以上、100 nm 以下に設定することがより好ましい。これは、誘電体層 32 の厚さが 5 nm 未満であると貴金属窒化物層 23 の分解時に破壊され、貴金属窒化物層 23 を保護できなくなるおそれがあるからであり、誘電体層 32 の

厚さが100nmを超えると記録時において貴金属窒化物層23が十分に變形できなくなるおそれがあるからである。これに対し、誘電体層32の厚さを20nm以上、100nm以下に設定すれば、貴金属窒化物層23を十分に保護しつつ、記録時における變形を過度に阻害することがない。また、誘電体層32の厚さはデータ再生時における信号特性にも影響を与え、その厚さを50nm以上、70nm以下、特に60nm程度に設定することにより、高いCNRを得ることが可能となる。

誘電体層31の厚さは、貴金属窒化物層23を十分に保護できる限りにおいて、求められる反射率に応じて定めれば良く、例えば、30nm以上、120nm以下に設定することが好ましく、50nm以上、100nm以下に設定することがより好ましく、70nm程度に設定することが特に好ましい。これは、誘電体層31の厚さが30nm未満であると貴金属窒化物層23を十分に保護できないおそれがあるからであり、誘電体層31の厚さが120nmを超えると成膜に時間がかかり生産性が低下するからである。これに対し、誘電体層31の厚さを50nm以上、100nm以下、特に70nm程度に設定すれば、高い生産性を確保しつつ貴金属窒化物層23を十分に保護することが可能となる。

以上が光記録媒体10の構造である。

このような構造を有する光記録媒体10の製造においては、まず支持基板11を用意し、グループ11a及びランド11bが形成されている側の表面に反射層21、誘電体層33、光吸収層22、誘電体層32、貴金属窒化物層23、誘電体層31及び光透過層12を順次形成することにより作製することができる。つまり、光記録媒体10の作製においては、次世代型の光記録媒体と同様、光入射面12aとは反対側から順次成膜が行われることになる。

反射層21、誘電体層33、光吸収層22、誘電体層32、貴金属窒化物層23、誘電体層31の形成は、これらの構成元素を含む化学種を用いた気相成長法、例えば、スパッタリング法や真空蒸着法を用いることができ、中でも、スパッタリング法を用いることが好ましい。一方、光透過層12の形成については、粘度調整された例えばアクリル系又はエポキシ系の紫外線硬化性樹脂をスピコート法により皮膜させ、窒素雰囲気中で紫外線を照射して硬化する等の方法により形成するこ

とができる。但し、スピンコート法ではなく、光透過性樹脂を主成分とする光透過性シートと各種接着剤や粘着剤を用いて光透過層 1 2 を形成しても構わない。

尚、光透過層 1 2 の表面にハードコート層を設け、これによって光透過層 1 2 の表面を保護しても構わない。この場合、ハードコート層の表面が光入射面 1 2 a を構成する。ハードコート層の材料としては、例えば、エポキシアクリレートオリゴマー（2 官能オリゴマー）、多官能アクリルモノマー、単官能アクリルモノマー及び光重合開始剤を含む紫外線硬化性樹脂や、アルミニウム（A l）、シリコン（S i）、セリウム（C e）、チタン（T i）、亜鉛（Z n）、タンタル（T a）等の酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いることができる。ハードコート層の材料として紫外線硬化性樹脂を用いる場合には、スピンコート法によってこれを光透過層 1 2 上に形成することが好ましく、上記酸化物、窒化物、硫化物、炭化物あるいはそれらの混合物を用いる場合には、これらの構成元素を含む化学種を用いた気相成長法、例えば、スパッタリング法や真空蒸着法を用いることができ、中でも、スパッタリング法を用いることが好ましい。

また、ハードコート層は、光入射面 1 2 a に傷が生じるのを防止する役割を果たすものであることから、硬いだけでなく、潤滑性を有していることが好ましい。ハードコート層に潤滑性を与えるためには、ハードコート層の母体となる材料（例えば、S i O₂）に潤滑剤を含有させることが有効であり、潤滑剤としては、シリコン系潤滑剤やフッ素系潤滑剤、脂肪酸エステル系潤滑剤を選択することが好ましく、その含有量としては、0. 1 質量%以上、5. 0 質量%以下とすることが好ましい。

次に、本実施形態による光記録媒体 1 0 に対するデータの記録方法及び記録原理について説明する。

光記録媒体 1 0 へのデータ記録は、光記録媒体 1 0 を回転させながら、波長が 6 3 5 n m 未満、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる 4 0 5 n m 程度の波長を有するレーザビーム 4 0 を光入射面 1 2 a 側から貴金属窒化物層 2 3 に照射することにより行う。この場合、レーザビーム 4 0 を集束するための対物レンズとしては、開口数が 0. 6 超、特に、次世代型の光記録媒体に対して用いられる

0. 85程度の開口数を有する対物レンズを用いることができる。つまり、次世代型の光記録媒体に対して用いられる光学系と同様の光学系を用いてデータの記録を行うことができる。

図2は、光記録媒体10に対してレーザビーム40を照射した状態を模式的に示す略断面図である。尚、図2に示す光記録媒体10の断面は、グループ11a又はランド11bに沿った断面である。

図2に示すように、上記波長を有するレーザビーム40を上記開口数を有する対物レンズ50で集束して光記録媒体10に照射すると、ビームスポットの中心部分において貴金属窒化物層23が分解し、窒素ガス(N_2)が充填された気泡23aが形成される。気泡23aの内部には、原料金属の微粒子23bが分散した状態となる。このとき、気泡23aの周囲に存在する各層はその圧力により塑性変形するため、この気泡23aを不可逆的な記録マークとして用いることができる。例えば、貴金属窒化物層23の材料が窒化白金(PtN_x)である場合、ビームスポットの中心部分において窒化白金(PtN_x)が白金(Pt)と窒素ガス(N_2)に分解し、気泡23a中に白金(Pt)の微粒子が分散した状態となる。貴金属窒化物層23のうち、気泡23aが形成されていない部分はブランク領域である。分解により生じた窒素ガス(N_2)は化学的に非常に安定なガスであることから、これが他の層を酸化あるいは腐食させる可能性は非常に少なく、このため高い保存信頼性を得ることが可能となる。

貴金属窒化物層23の分解は、ビームスポットの全体において生じるのではなく、上述の通り、ビームスポットの中心部分においてのみ生じる。したがって、形成される気泡23a(記録マーク)はビームスポット径に比べて小さく、これにより超解像記録が実現される。このような超解像記録を行うことができる理由は次の通りである。

図3(a)は貴金属窒化物層23上におけるレーザビーム40のビームスポットを示す平面図であり、図3(b)はその強度分布を示す図である。

図3(a)に示すように、ビームスポット41の平面形状はほぼ円形であるが、ビームスポット41内におけるレーザビーム40の強度分布は一様ではなく、

図3 (b) に示すようにガウシアン分布を持っている。つまり、ビームスポット41内は中心部ほど高エネルギーとなる。したがって、最大強度の $1/e^2$ を十分に超える所定のしきい値Aを設定すれば、しきい値A以上の強度となる領域42の径W2は、ビームスポット41の径W1よりも十分に小さくなる。このことは、しきい値A以上の強度を持つレーザビーム40が照射された場合に分解するという特性を貴金属窒化物層23が有していれば、レーザビーム40が照射された領域のうち、ビームスポット41内の領域42に相当する部分にのみ気泡23a (記録マーク) が選択的に形成されることを意味する。

これにより、図4に示すように、貴金属窒化物層23にはビームスポットの径W1よりも十分に小さい気泡23a (記録マーク) を形成することができ、その径はほぼW2となる。つまり、見かけ上のビームスポット径W2と実際のビームスポット径W1との関係が $W1 > W2$ となり、超解像記録が実現される。

したがって、光記録媒体10を回転させながら強度変調されたレーザビーム40をグループ11a及び/又はランド11bに沿って照射すれば、貴金属窒化物層23の所望の部分に再生限界未満の微細な記録マークを形成することが可能となる。

図5は、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンの一例を示す波形図である。図5に示すように、記録時におけるレーザビーム40の強度40aとしては、記録マークM1、M2、M3・・・を形成すべき領域において記録パワー(=Pw)に設定し、記録マークを形成すべきでない領域(ブランク領域)において基底パワー(=Pb)に設定すればよい。これにより、貴金属窒化物層23のうち、記録パワーPwをもつレーザビーム40が照射された領域において分解により気泡23aが形成されるので、所望の長さをもつ記録マークM1、M2、M3・・・を形成することが可能となる。但し、記録時におけるレーザビーム40の強度変調パターンは図5に示すパターンに限られず、例えば図6に示すように、分割されたパルス列を用いて記録マークM1、M2、M3・・・を形成しても構わない。

図7は、レーザビーム40の記録パワーとその後の再生により得られる再生信号のCNRとの関係を模式的に示すグラフである。

図7に示すように、光記録媒体10では、レーザビーム40の記録パワーが $Pw1$ 未満であると、その後再生しても有効な再生信号は得られない。これは、レーザビーム40の記録パワーが $Pw1$ 未満であると、貴金属窒化物層23が実質的に分解しないためであると考えられる。また、レーザビーム40の記録パワーが $Pw1$ 以上、 $Pw2$ ($>Pw1$) 未満の領域では、記録パワーが高いほどその後の再生で高いCNRが得られる。これは、レーザビーム40の記録パワーが $Pw1$ 以上、 $Pw2$ 未満の領域では、貴金属窒化物層23の分解が部分的に生じており、このため記録パワーが高いほど分解量が多くなるためであると考えられる。そして、レーザビーム40の記録パワーが $Pw2$ 以上の領域では、これ以上記録パワーを高めてもその後の再生で得られるCNRはほとんど変化しない。これは、レーザビーム40の記録パワーが $Pw2$ 以上であると貴金属窒化物層23がほぼ完全に分解するためであると考えられる。以上を考慮すれば、レーザビーム40の記録パワーとしては $Pw2$ 以上に設定することが好ましいと言える。

$Pw2$ の値は光記録媒体10の構成（各層の材料や各層の厚さ等）や記録条件（記録線速度やレーザビーム40の波長等）によって異なるが、記録線速度が6.0 m/s程度、レーザビーム40の波長が405 nm程度、対物レンズ50の開口数が約0.85程度である場合、

$$7.0 \text{ mW} \leq Pw2 \leq 11.0 \text{ mW}$$

であり、 $Pw1$ との関係においては、

$$Pw1 \times 1.4 \leq Pw2 \leq Pw1 \times 2.0$$

である。

実際の記録パワーの設定においては、光記録媒体10の製造ばらつきやレーザビーム40のパワー変動等を考慮して、 $Pw2$ よりも0.3 mW以上高く設定することが好ましい。これは、実際の記録パワーが $Pw2$ に比べて高すぎる分には大きな実害がないことから、 $Pw2$ に対して十分なマージンを確保すべきだからである。但し、必要以上に高い記録パワーは無駄であることから、 $Pw2$ よりも2.0 mW以上高く設定する必要はない。以上より、実際の記録パワーは、7.3 mW ($=7.0 \text{ mW} + 0.3 \text{ mW}$) 以上、13.0 mW ($=11.0 \text{ mW} + 2.0 \text{ mW}$)

以下に設定すればよいと言える。

以上が光記録媒体 10 に対するデータの記録方法及び記録原理である。

このようにして記録されたデータを再生する場合、光記録媒体 10 を回転させながら、所定の強度（再生パワー＝ P_r ）に固定したレーザビーム 40 をグループ 11 a 及び／又はランド 11 b に沿って照射すればよい。そして、得られる反射光を光電変換すれば、記録マーク列に応じた電気信号を得ることが可能となる。このような超解像再生が可能である理由は必ずしも明らかではないが、再生パワーに設定されたレーザビーム 40 を照射すると、レーザビーム 40 と気泡 23 a 内に存在する金属微粒子 23 b とが何らかの相互作用を起こし、これが超解像再生を可能としているものと推察される。

図 8 は、レーザビーム 40 の再生パワーと CNR との関係を模式的に示すグラフである。

図 8 に示すように、レーザビーム 40 の再生パワーが P_{r1} 未満であると有効な再生信号がほとんど得られないが、再生パワーを P_{r1} 以上に設定すると CNR は急速に高まり、再生パワーを P_{r2} ($> P_{r1}$) まで高めると CNR は飽和する。このような現象が生じる理由は必ずしも明らかではないが、 P_{r1} 以上に設定されたレーザビーム 40 の照射により金属微粒子 23 b と光の相互作用が発生或いは顕著となるためであると推察される。したがって、レーザビーム 40 の再生パワーとしては P_{r1} 以上に設定する必要があるが、 P_{r2} 以上に設定することが好ましい。

しかしながら、再生パワーを高く設定しすぎるとブランク領域において貴金属窒化物層 23 の分解が生じるおそれがあり、このような分解が生じると大幅な再生劣化をもたらしたり、場合によってはデータが消失してしまう。この点を考慮すれば、レーザビーム 40 の再生パワーとしては P_{r2} 以上、 P_{w1} 未満に設定することが好ましい。

P_{r2} の値は光記録媒体 10 の構成（各層の材料や各層の厚さ等）や再生条件（再生線速度やレーザビーム 40 の波長等）によって異なるが、再生線速度が 6.0 m/s 程度、レーザビーム 40 の波長が 405 nm 程度、対物レンズ 50 の開口

数が約 0.85 程度である場合、

$$1.0 \text{ mW} \leq P_{r2} \leq 3.0 \text{ mW}$$

であり、 P_{r1} との関係においては、

$$P_{r1} \times 1.05 \leq P_{r2} \leq P_{r1} \times 1.6$$

である。

実際の再生パワーの設定においては、 P_{r2} よりも 0.1 mW 以上、0.3 mW 以下高く設定することが好ましい。これは、再生パワーが P_{r2} を超えると、それ以上再生パワーを高く設定しても CNR の改善が見られなくなる一方で、再生劣化が生じやすくなることから、再生劣化を抑制するためには実際の再生パワーを P_{r2} よりも若干高いレベルに設定すべきだからである。通常、出力が 1 mW ~ 3 mW の領域におけるレーザビーム 40 のパワー変動は 0.1 mW 未満であることから、光記録媒体 10 の製造ばらつき等を考慮しても、 P_{r2} よりも 0.1 mW 以上、0.3 mW 以下高く設定すれば十分であると考えられる。以上より、実際の再生パワーは、1.1 mW (= 1.0 mW + 0.1 mW) 以上、3.3 mW (= 3.0 mW + 0.3 mW) 以下に設定すればよいと言える。

従来の光記録媒体における再生パワーは、通常 0.1 mW ~ 0.5 mW 程度であり、片面に 2 層の記録面を持つ次世代型の光記録媒体においても約 0.8 mW を超える再生パワーに設定されることはほとんど無いことを考えると、本実施形態における再生パワーのレベルが従来の光記録媒体に比べて相当高いことが分かる。

また、実際の再生パワーは、実際の記録パワーとの関係で言えば、

$$P_w \times 0.1 \leq P_r \leq P_w \times 0.5$$

に設定することが好ましく、

$$P_w \times 0.1 \leq P_r \leq P_w \times 0.4$$

に設定することがより好ましい。ここからも、本実施形態における再生パワーのレベルが従来の光記録媒体に比べて相当高いことが分かる。

実際に記録パワーや再生パワーとして設定すべき値に関しては、「設定情報」として当該光記録媒体 10 内に保存しておくことが好ましい。このような設定情報を光記録媒体 10 内に保存しておけば、ユーザが実際にデータの記録や再生を行

う際に、光記録再生装置によって設定情報が読み出され、これに基づいて記録パワーや再生パワーを決定することが可能となる。

5 設定情報としては、記録パワーや再生パワーのみならず、光記録媒体 10 に対してデータの記録や再生を行う場合に必要な各種条件（線速度等）を特定するために必要な情報を含んでいることがより好ましい。設定情報は、ウォブルやプレピットとして記録されたものでもよく、貴金属窒化物層 23 にデータとして記録されたものでもよい。また、データの記録や再生に必要な各種条件を直接的に示すもののみならず、光記録再生装置内にあらかじめ格納されている各種条件のいずれかを指定することにより記録パワーや再生パワー等の特定を間接的に行うものであっても構わない。

10 以上説明したように、本実施形態による光記録媒体は、貴金属窒化物層 23 及びこれを挟んで設けられた誘電体層 31、32 を備えていることから、波長が約 635 nm 未満のレーザビーム及び開口数が約 0.6 超の対物レンズを用いることにより、 λ/NA を 640 nm 以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約 405 nm のレーザビーム及び開口数が約 0.85 の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。しかも、記録マークとなる気泡 23a に充填されるガスは化学的に安定な窒素ガス (N_2) であることから、これが他の層を酸化あるいは腐食させる可能性は非常に少なく、これにより高い保存信頼性を得ることも可能となる。

20 本発明は、以上説明した実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいふまでもない。

例えば、図 1 に示した光記録媒体 10 の構造は、あくまで本発明による光記録媒体の好ましい構造であり、本発明による光記録媒体の構造がこれに限定されるものではない。例えば、光吸収層 22 から見て支持基板 11 側にもう一つの貴金属

窒化物層を追加しても構わないし、貴金属窒化物層 2 3 から見て光透過層 1 2 側にもう一つの光吸収層を追加しても構わない。また、図 1 に示した光記録媒体 1 0 は、いわゆる次世代型の光記録媒体との互換性が高い構造を有しているが、いわゆる D V D 型の光記録媒体や C D 型の光記録媒体との互換性が高い構造とすることも可能である。

さらに、支持基板 1 1 の両面に光吸収層 2 2 や貴金属窒化物層 2 3 等の各種機能層をそれぞれ設けることにより、両面に記録面を持つ構造とすることも可能であるし、支持基板 1 1 の一方の面に透明中間層を介して各種機能層を 2 層以上積層することによって片面に 2 層以上の記録面を持つ構造とすることも可能である。

さらにまた、上記実施形態においては、波長が約 6 3 5 n m 未満のレーザビーム及び開口数が約 0. 6 超の対物レンズを用いることによって超解像記録及び超解像再生を行っているが、本発明による光記録媒体に対する記録及び再生においてこのようなレーザビーム及び対物レンズを用いることは必須でなく、波長が約 6 3 5 n m 以上のレーザビーム及び／又は開口数が約 0. 6 以下の対物レンズを用いて記録及び再生を行っても構わない。但し、波長が約 6 3 5 n m 未満のレーザビーム及び開口数が約 0. 6 超の対物レンズを用いた方が、より微細な記録マークを形成することができることから好ましい。さらに、本発明において、再生限界未満の記録マークやブランク領域を利用することは必須でなく、再生限界以上の記録マークやブランク領域のみを用いてデータの記録及び再生を行っても構わない。つまり、超解像記録や超解像再生を行うことは必須でない。但し、本発明による光記録媒体は本質的に超解像記録や超解像再生が可能であることから、再生限界未満の記録マークやブランク領域を利用することによって、いっそうの大容量化と高データ転送レート化を達成することが好ましい。

さらに、上記実施形態においては、貴金属窒化物層 2 3 を誘電体層 3 1, 3 2 によって挟持しているが、貴金属窒化物層 2 3 の分解により形成されるマーク部分の過度の変形を抑制できる場合、誘電体層 3 1 及び誘電体層 3 2 の一方又は両方を省略することが可能である。

<実施例>

以下、本発明の実施例について説明するが、本発明はこの実施例に何ら限定されるものではない。

[サンプルの作製]

実施例 1

5 以下の方法により、図 1 に示す光記録媒体 10 と同じ構造を有する光記録媒体サンプルを作製した。

まず、射出成型法により、厚さ約 1.1 mm、直径約 120 mm であり、表面にグループ 11a 及びランド 11b が形成されたポリカーボネートからなるディスク状の支持基板 11 を作製した。

10 次に、この支持基板 11 をスパッタリング装置にセットし、グループ 11a 及びランド 11b が形成されている側の表面に実質的に白金 (Pt) からなる厚さ約 20 nm の反射層 21、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 80 nm の誘電体層 33、実質的に Ag_a In_b Sb_c Te_d (a=5.9、b=4.4、c=61.1、d=28.6) からなる厚さ約 60 nm
15 の光吸収層 22、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 60 nm の誘電体層 32、実質的に窒化白金 (PtN_x) からなる厚さ約 2 nm の貴金属窒化物層 23、実質的に ZnS と SiO₂ の混合物 (モル比=約 80 : 20) からなる厚さ約 70 nm の誘電体層 31 を順次スパッタ法により形成した。

20 ここで、貴金属窒化物層 23 の形成においては、ターゲットとして白金 (Pt)、スパッタガスとして窒素ガス (N₂) 及びアルゴンガス (Ar) を用い (流量比=1 : 1)、チャンバー内の圧力を 0.72 Pa、スパッタパワーを 100 W に設定した。これにより、形成された窒化白金 (PtN_x) の波長約 405 nm の光に対する消衰係数 (k) は約 1.74 となった。

25 そして、誘電体層 31 上に、アクリル系紫外線硬化性樹脂をスピンコート法によりコーティングし、これに紫外線を照射して厚さ約 100 μm の光透過層 12 を形成した。これにより、実施例 1 による光記録媒体サンプルが完成した。

実施例 2

誘電体層 33 の厚さを約 100 nm に設定し、貴金属窒化物層 23 の厚さを約 4 nm に設定した他は、実施例 1 による光記録媒体サンプルと同様にして実施例 2 による光記録媒体サンプルを作製した。

〔特性の評価 1〕

5 まず、実施例 1 及び実施例 2 の光記録媒体サンプルを光ディスク評価装置（パルステック社製 DDU 1000）にセットし、約 6.0 m/s の線速度で回転させながら、開口数が約 0.85 である対物レンズを介して波長が約 405 nm であるレーザビームを光入射面 12a から貴金属窒化物層 23 に照射し、所定の記録マーク長及びブランク長からなる単一信号を記録した。記録マーク長及びブランク長
10 については、37.5 nm から 320 nm の範囲で種々に設定した。尚、上記光学系を用いた場合、

$$d_2 = \lambda / 4NA$$

で与えられる再生限界は約 120 nm である。

記録時におけるレーザビーム 40 のパワーについては、いずれの光記録媒体
15 サンプルについても記録パワー（ P_w ）を最も高い CNR が得られるレベル（最適記録パワー）に設定し、基底パワー（ P_b ）をほぼ 0 mW に設定した。また、レーザビーム 40 のパルスパターンとしては、図 5 に示すパターンを用いた。

そして、記録した単一信号を再生しその CNR を測定した。レーザビーム 40 の再生パワー（ P_r ）については、各光記録媒体サンプルにおいて最も高い CNR
20 が得られるレベル（最適再生パワー）に設定した。最適記録パワー及び最適再生パワーは、光記録媒体サンプル 1 についてはそれぞれ 8.5 mW 及び 2.4 mW であり、光記録媒体サンプル 2 についてはそれぞれ 10.0 mW 及び 2.4 mW であった。

CNR の測定結果を図 9 に示す。

25 図 9 に示すように、実施例 1 及び実施例 2 の光記録媒体サンプルのいずれにおいても、記録マーク長及びブランク長が再生限界（約 120 nm）未満であっても高い CNR が得られていることが確認できる。例えば、記録マーク長及びブランク長が 80 nm である場合においても、実施例 1 の光記録媒体サンプルでは約 41

d B、実施例 2 の光記録媒体サンプルでは約 40 d B の C N R が得られている。これにより、実施例 1 及び実施例 2 の光記録媒体サンプルを用いれば、超解像記録及び超解像再生が可能であることが確認された。

〔特性の評価 2〕

5 次、実施例 1 及び実施例 2 の光記録媒体サンプルを上記した光ディスク評価装置にセットし、上記した「特性の評価 1」と同じ条件のもと、記録マーク長及びブランク長が 80 nm である単一信号を記録した。記録時におけるレーザビーム 40 の記録パワー (P_w) については、6.0 mW から 10.5 mW までの範囲において種々の値に設定し、基底パワー (P_b) についてはほぼ 0 mW に設定した。

10 また、レーザビーム 40 のパルスパターンとしては、図 5 に示すパターンを用いた。

そして、記録した単一信号を再生しその C N R を測定した。レーザビーム 40 の再生パワー (P_r) については、2.4 mW に設定した。測定の結果を図 10 に示す。

15 図 10 に示すように、実施例 1 の光記録媒体サンプルでは、記録パワーが 8.5 mW 未満の領域においては、記録パワーに連動して C N R も高くなっているが、記録パワーが 8.5 mW 以上の領域では C N R は飽和し、それ以上の改善は見られなかった。つまり、実施例 1 の光記録媒体サンプルでは、

P_{w2} = 8.5 mW であつた。

20 また、実施例 2 の光記録媒体サンプルでは、記録パワーが 10.0 mW 未満の領域においては、記録パワーに連動して C N R も高くなっているが、記録パワーが 10.0 mW 以上の領域では C N R は飽和し、それ以上の改善は見られなかった。つまり、実施例 2 の光記録媒体サンプルでは、

P_{w2} = 10.0 mW であつた。

〔特性の評価 3〕

25 次、「特性の評価 2」において記録した単一信号のうち、実施例 1 の光記録媒体サンプルについては記録パワーを 8.5 mW に設定して記録した単一信号、実施例 2 の光記録媒体サンプルについては記録パワーを 10.0 mW に設定して記録した単一信号をそれぞれ種々の再生パワーを用いて再生し、その C N R を測定し

た。測定の結果を図 1 1 に示す。

図 1 1 に示すように、いずれの光記録媒体サンプルについても、再生パワーが 2. 0 mW 未満の領域においては CNR が 1 0 d B 未満であったが、再生パワーが 2. 0 mW 以上になると CNR が急激に高くなった。つまり、実施例 1 及び実施例 2 の光記録媒体サンプルは、いずれも

$P_{r2} = 2.0 \text{ mW}$ であった。

<産業上の利用可能性>

本発明による光記録媒体は、基板上に設けられた貴金属窒化物層を備え、その分解により生じる気泡を記録マークとして利用していることから、記録マークとなる気泡に充填されるガスは化学的に安定な窒素ガス (N_2) となる。したがって、気泡に充填された窒素ガス (N_2) が基板等の他の層を酸化あるいは腐食させる可能性が非常に少なく、これにより高い保存信頼性を得ることが可能となる。

しかも、本発明による光記録媒体は、波長が約 6 3 5 n m 未満のレーザビーム及び開口数が約 0. 6 超の対物レンズを用いることにより、 λ / NA を 6 4 0 n m 以下に設定して超解像記録及び超解像再生を行うことができ、特に、次世代型の光記録媒体において用いられる波長が約 4 0 5 n m のレーザビーム及び開口数が約 0. 8 5 の対物レンズを用いた超解像記録及び超解像再生において、良好な特性を得ることが可能となる。したがって、次世代型の光記録媒体用の記録再生装置と同様の記録再生装置を用いることができるので、記録再生装置の開発コスト・製造コストを抑制することが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 基板と、前記基板上に設けられた貴金属窒化物層とを備えることを特徴とする光記録媒体。

5

2. 前記貴金属窒化物層から見て光入射面側に設けられた第1の誘電体層と、前記貴金属窒化物層から見て前記光入射面とは反対側に設けられた第2の誘電体層とをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光記録媒体。

10

3. 前記第2の誘電体層から見て前記光入射面とは反対側に、前記第2の誘電体層から見てこの順に配置された光吸収層及び第3の誘電体層をさらに備えることを特徴とする請求項2に記載の光記録媒体。

15

4. 前記第3の誘電体層から見て前記光入射面とは反対側に設けられた反射層をさらに備えることを特徴とする請求項3に記載の光記録媒体。

5. 前記貴金属窒化物層に窒化白金 (PtN_x) が含まれていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の光記録媒体。

20

6. 前記第1の誘電体層から見て前記基板とは反対側に設けられ、前記光入射面を有する光透過層をさらに備えることを特徴とする請求項2乃至5のいずれか1項に記載の光記録媒体。

25

7. 前記基板の厚さが0.6mm以上、2.0mm以下であり、前記光透過層の厚さが10 μm 以上、200 μm 以下であり、前記貴金属窒化物層の厚さが2nm以上、75nm以下であり、前記第2の誘電体層の厚さが5nm以上、100nm以下であり、前記光吸収層の厚さが5nm以上、100nm以下であり、前記第3の誘電体層の厚さが10nm以上、140nm以下であることを特徴とする請求項6に記載の光記録媒体。

8. 支持基板上に、反射層、第3の誘電体層、光吸収層、第2の誘電体層、貴金属窒化物層及び第1の誘電体層をこの順に形成する第1の工程と、前記第1の誘電体層上に光透過層を形成する第2の工程とを備えることを特徴とする光記録媒体の製造方法。

9. 前記第1の工程を気相成長法により行い、前記第2の工程をスピコート法により行うことを特徴とする請求項8に記載の光記録媒体の製造方法。

10. 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光記録媒体に対し、前記光入射面側からレーザビームを照射することによってデータを記録するデータ記録方法であって、前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レンズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列を記録することを特徴とするデータ記録方法。

11. 請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光記録媒体に対し、前記光入射面側からレーザビームを照射することによってデータを再生するデータ再生方法であって、前記レーザビームの波長を λ 、前記レーザビームを集束するための対物レンズの開口数をNAとした場合、 λ/NA を640nm以下に設定して、長さが $\lambda/4NA$ 以下の記録マークを含む記録マーク列からのデータ再生を行うことを特徴とするデータ再生方法

図 1

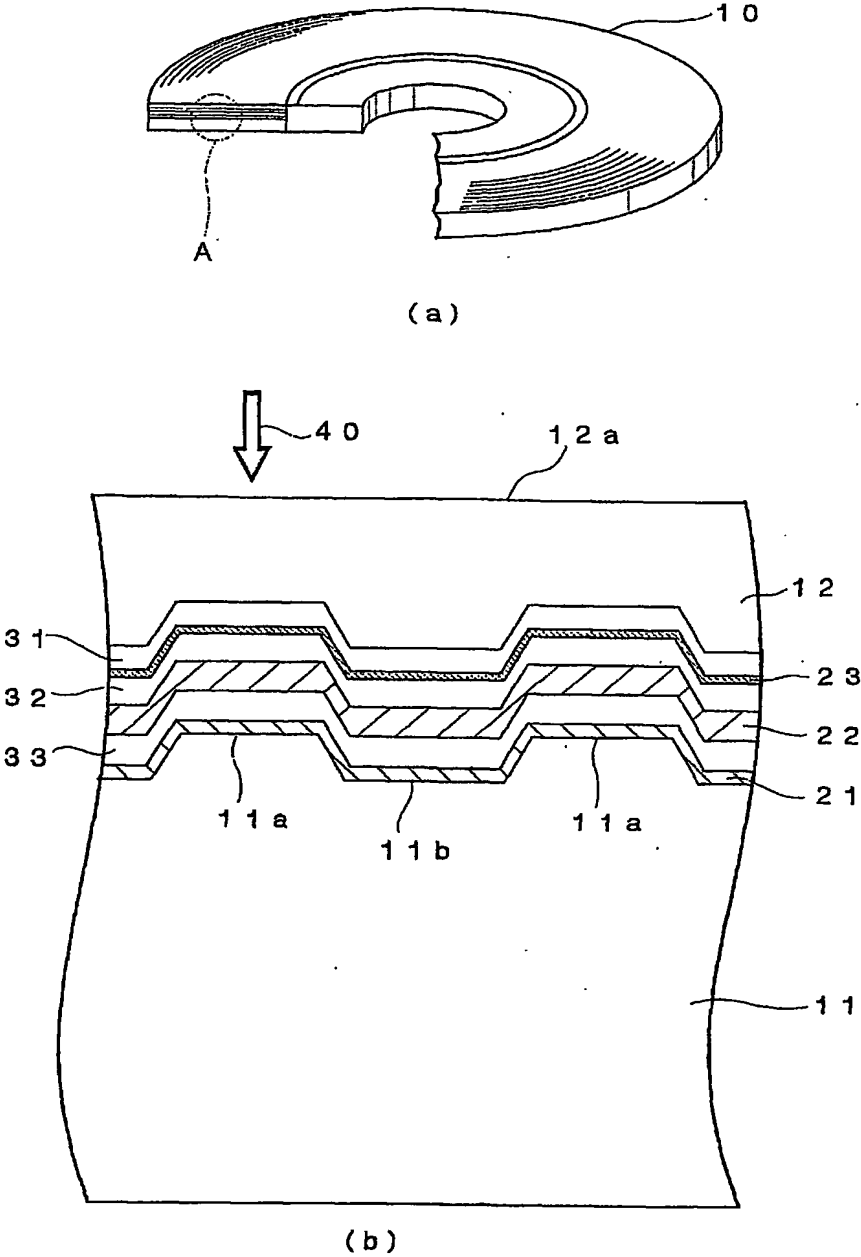


図 2

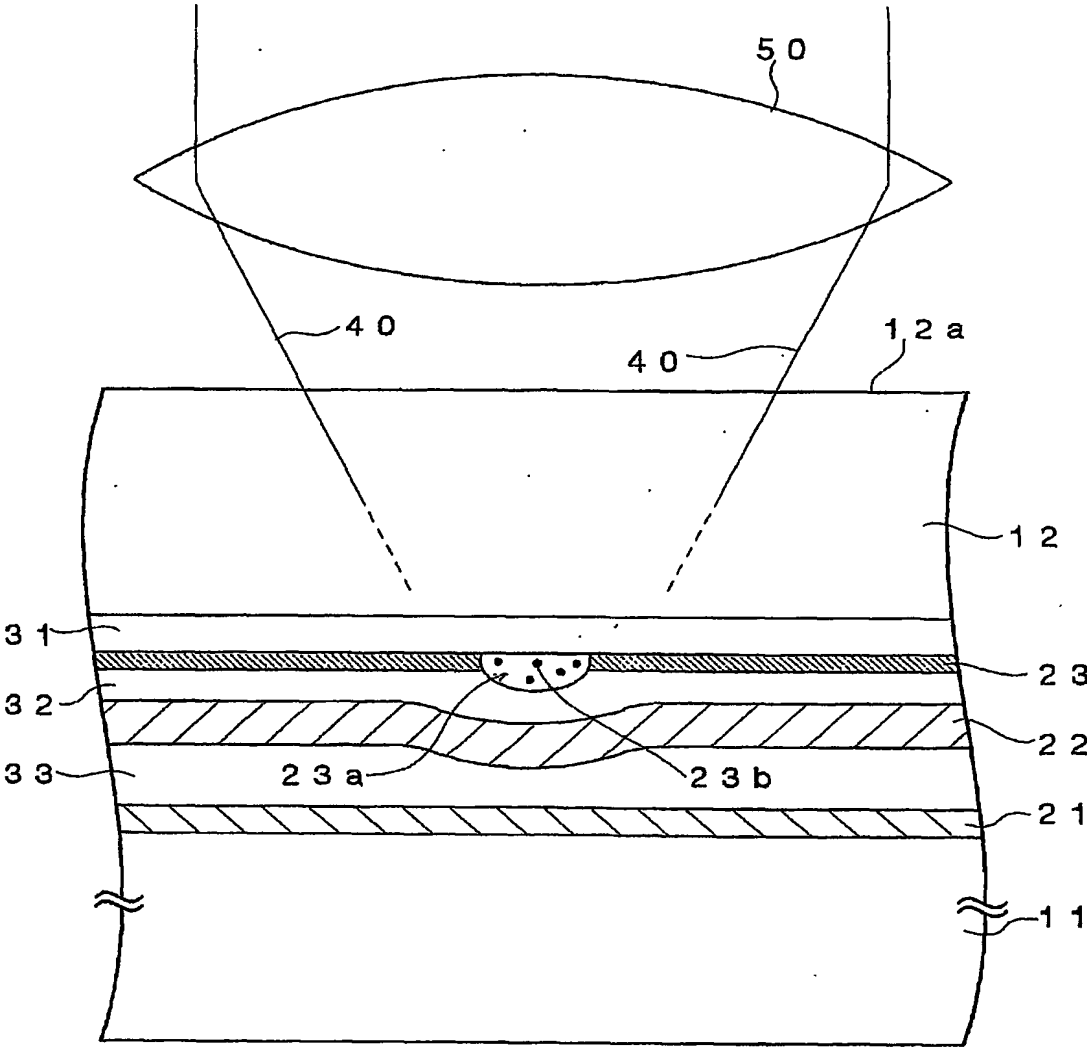


図 3

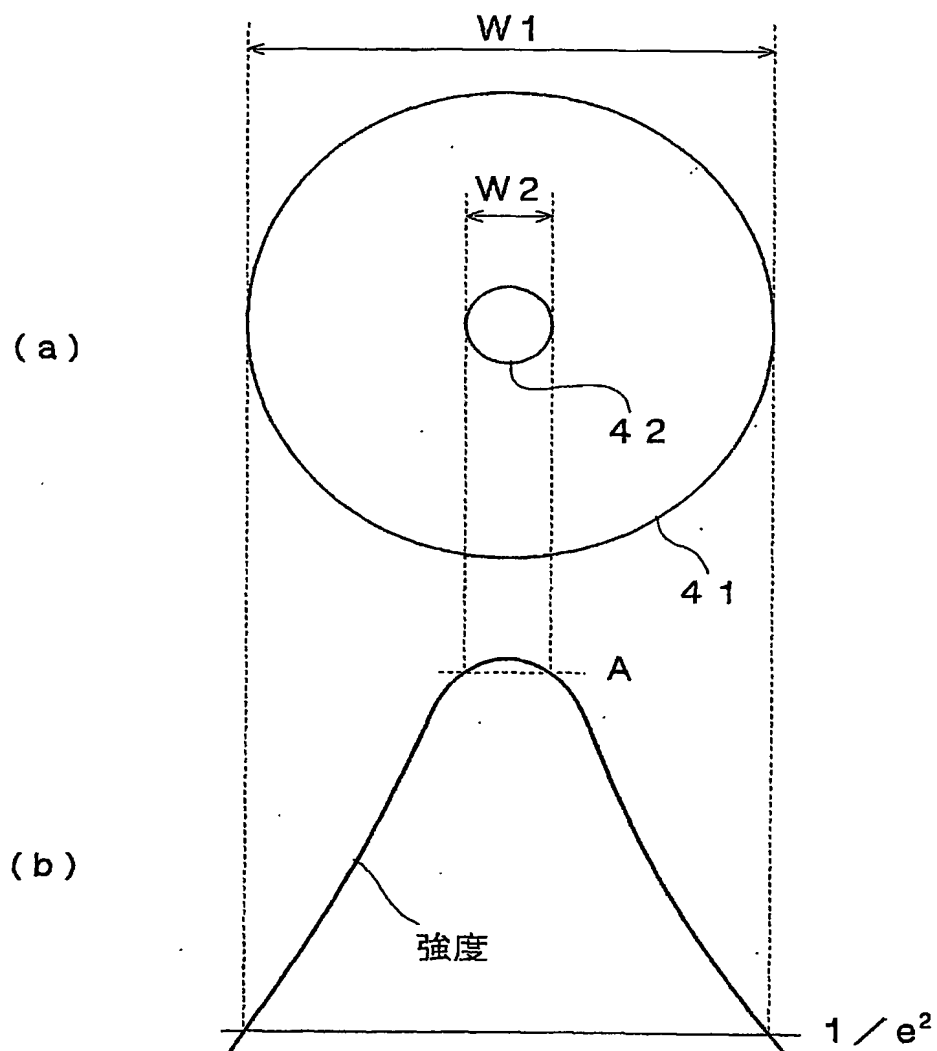


図 4

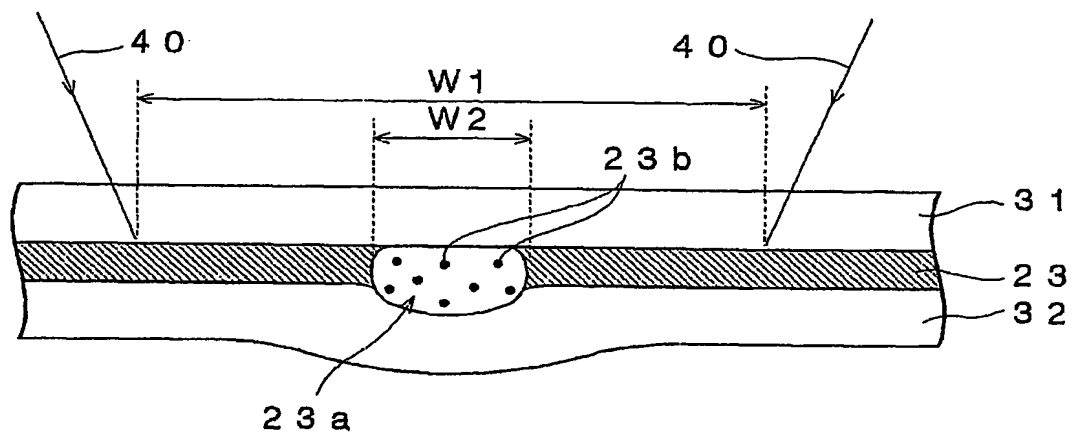


図 5

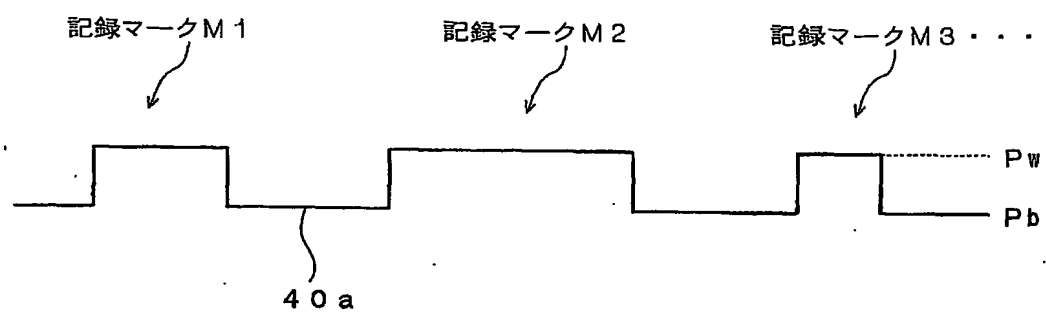


図 6

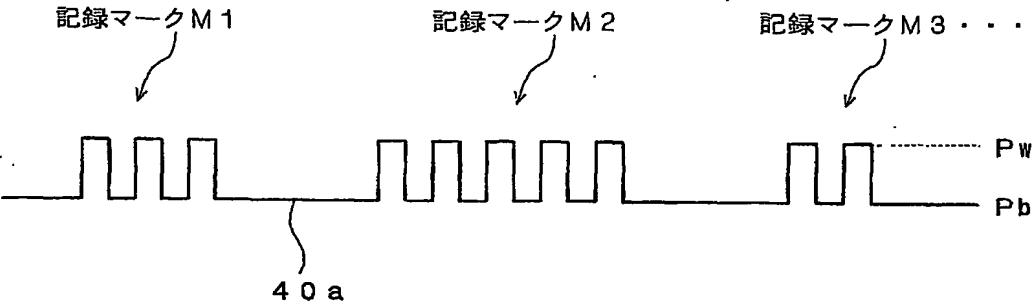


図 7

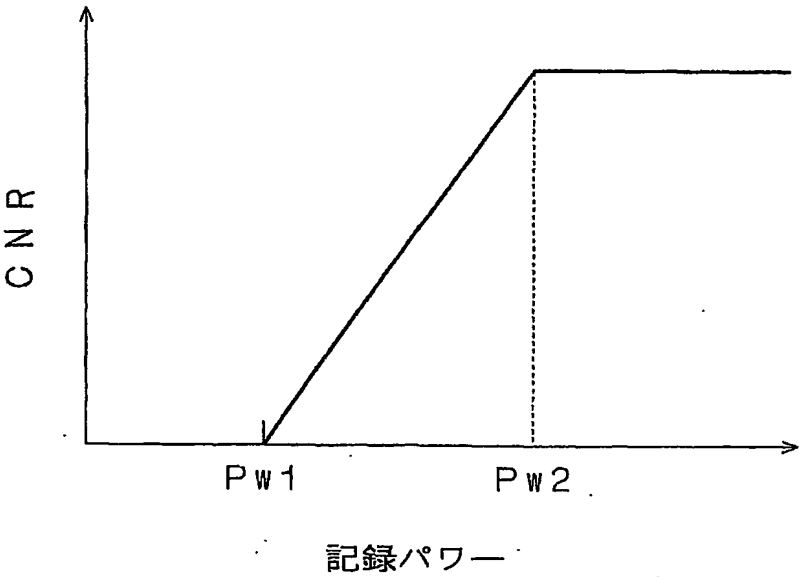


図 8

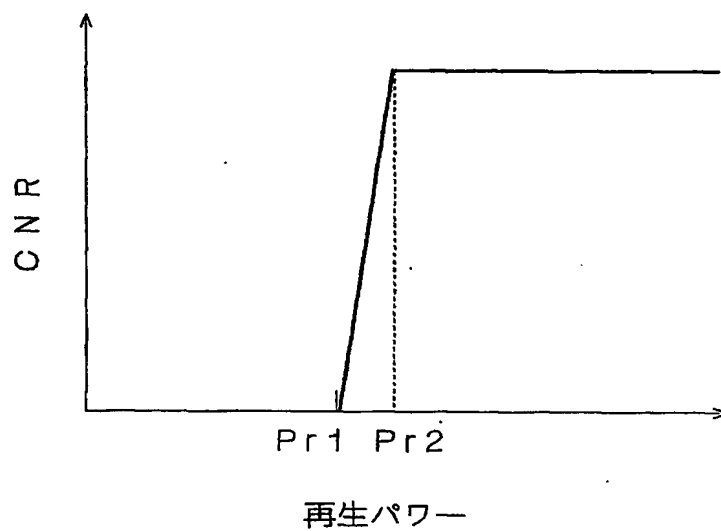


図 9

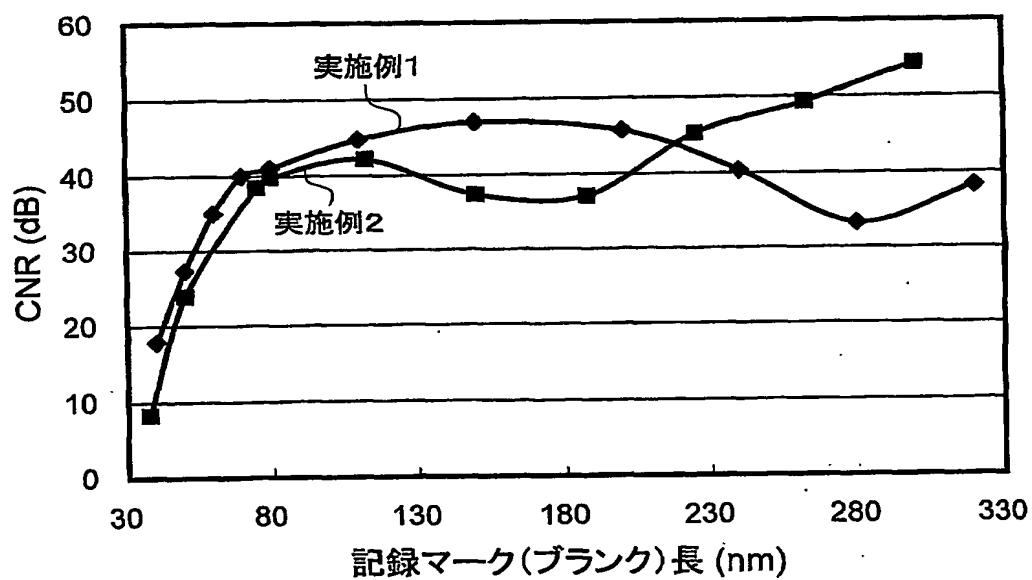


図 1 0

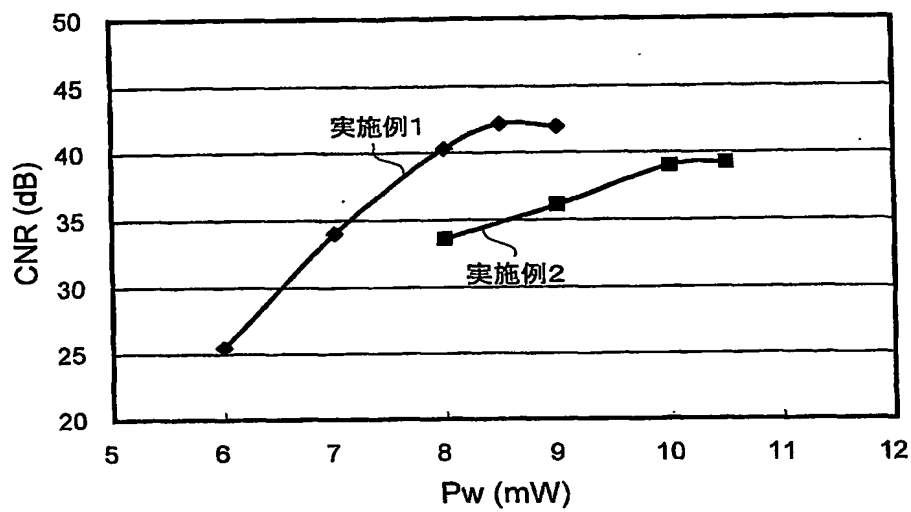
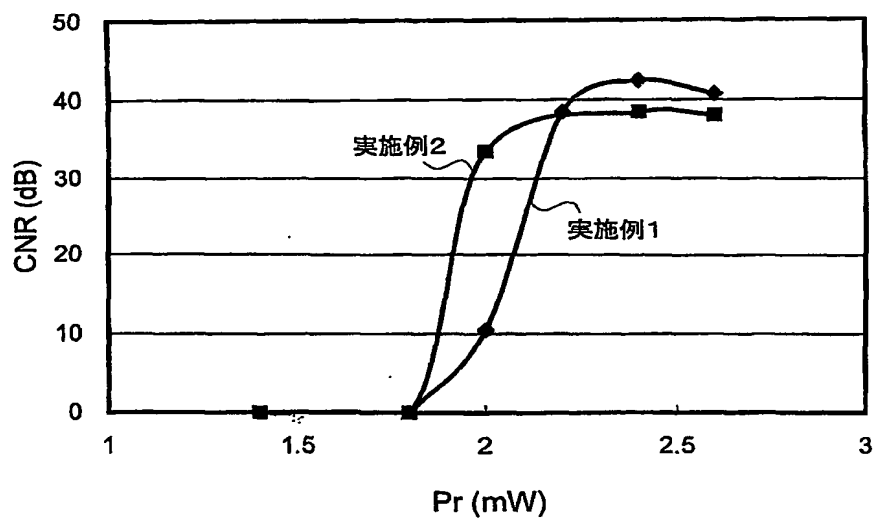


図 1 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010787

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26, 7/00, B41M5/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/24, 7/26, 7/00, B41M5/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| E | JP 2004-220687 A (Samsung Japan Corp.), 05 August, 2004 (05.08.04), Full text; all drawings (Family: none) | 1-11 |
| P | JP 2004-39177 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text; all drawings (Family: none) | 1-11 |
| A | JP 1-229438 A (Daicel Chemical Industries, Ltd.), 01 September, 1989 (01.09.89), Full text; all drawings (Family: none) | 1-11 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 August, 2004 (23.08.04)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010787

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2-261822 A (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.), 24 October, 1990 (24.10.90), Full text; all drawings (Family: none) | 1-11 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B 7/24, 7/26, 7/00

Int. Cl. 7 B41M 5/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 G11B 7/24, 7/26, 7/00

Int. Cl. 7 B41M 5/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| E | JP 2004-220687 A (日本サムスン株式会社) 2004.08.05, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-11 |
| P | JP 2004-39177 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2004.02.05, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-11 |
| A | JP 1-229438 A (ダイセル化学工業株式会社) 1989.09.1, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-11 |
| A | JP 2-261822 A (三井石油化学工業株式会社) 1990.10.24, 全文、全図 (ファミリー無し) | 1-11 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.08.2004

国際調査報告の発送日

07.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

蔵野 雅昭

5D

8721

電話番号 03-3581-1101 内線 3551